

Tema 5. ¿Cuántos? ¿Cuáles? Selección de la población de origen.

Restitución genética de poblaciones

Master Oficial en Técnicas de Caracterización y Conservación
de la Diversidad Genética

Máster Universitario en Restauración de Ecosistemas

Alfredo García Fernández

Dept. Biología y Geología

Universidad Rey Juan Carlos





Elementos de diseño

Programa de restitución:

1. **Comprender** en profundidad el funcionamiento de la especie, su rango ecológico y sus limitaciones.
2. Planteamiento de **objetivos** y medida del éxito
3. Diseño y ejecución del programa
 - Seleccionar adecuadamente el hábitat de destino. **¿Dónde?**
 - Introducir poblaciones que se asemejen a las poblaciones naturales viables en su tamaño y estructuración genética, etaria, espacial y sexual. **¿Cuántos? ¿Cuáles?**
 - Ejecución de la actuación **¿Cómo?**
Seguimiento.



¿Cuántos?

Objetivo: Maximizar el crecimiento de la población y evitar la extinción local

- Tamaño de la población:
 - Mínima Población Viable.
 - Tamaños de poblaciones naturales viables.
 - Cuanto más mejor
 - No debe afectar a la población fuente



¿Cuántos?

Refuerzo continuado:

- Puede ser necesario para completar el tamaño poblacional deseado.
- No se debe mantener de forma indefinida:
 - Reduce la fitness de la población nativa
 - Traslada maladaptación
 - Puede reducir la diversidad genética



¿Cuántos?

- *Narcissus cavanillesii*:
 - Toda la población
- *Cypripedium calceolus*:
 - 500 individuos (basado en poblaciones viables)
 - Todos los que se pueda propagar en un año
 - Campañas a lo largo de varios años



¿Cuáles?

- Viabilidad = f (reproducción, supervivencia).
- Evidencia empírica y de simulación: *mejores resultados con individuos adultos que con individuos recién nacidos o juveniles.*
- Mamíferos y aves: problemas de adaptación al medio natural.
- Recrear estructura de poblaciones naturales
 - liberaciones/plantaciones mixtas
 - liberaciones/plantaciones sucesivas

¿Cuáles?

Composición genética

- **Objetivo:** Poblaciones autosostenibles adaptadas al lugar que posean la diversidad genética necesaria para experimentar cambios evolutivos adaptativos.
- **Factores:**
 - Origen genético de los fundadores
 - Número efectivo de individuos



Origen genético de los fundadores

¿Cuáles?

- Población viable genéticamente más afín desde un punto de vista adaptativo:
 - Más cercana
 - Características ecológicas más próximas
 - Menor distancia genética
- Evitar material de origen desconocido.

Ej. Selección del color en rock pocket mice (*Chaetodipus intermedius*)

- Roedores granívoros del desierto
- Normalmente color claro
- Hábito nocturno
- Depredados por lechuzas
- Los que viven sobre roca de lava son melánicos.
- Población melánica con mutación en el gen receptor melanocortin-1.
- Otras poblaciones melánicas no poseen estas mutaciones (evolución convergente)
- Implicaciones en restitución





¿Cuáles?

Número de poblaciones fuente

Tradicionalmente:

- Una sola población siempre que ésta sea viable
- En general, no interesa mezcla de poblaciones salvo en casos extremos
 - Ruptura de complejos de genes de valor adaptativo
 - Depresión exogámica

Número de poblaciones fuente

Depresión exogámica: Reducción de eficacia biológica tras cruzamiento entre poblaciones diferenciadas genéticamente en la primera y/o sucesivas generaciones.

- Ibex en Checoslovaquia (1951) Reintroducción de ejemplares de Austria seguido de ejemplares de otra subespecie de Turquía.
- Tema controvertido en cuanto a su extensión y relevancia.





Número de poblaciones fuente

Depresión exogámica:

- Más frecuente cuando el cruzamiento tiene lugar entre poblaciones con elevada adaptación a condiciones locales y escasa dispersión.
- Más evidencias en plantas que en animales.
- No se mantiene durante muchas generaciones debido a la acción de la selección natural.



Número de poblaciones fuente

Paradigma emergente:

- Uso de múltiples fuentes: Equilibrio entre utilización de población más cercana y la introducción de proporciones decrecientes de genotipos más distantes que aportan diversidad genética.
- Predictive sourcing: utilización de modelos para la selección de poblaciones fuente con genotipos adaptados a las condiciones actuales o futuras de la localidad de destino.

Población *ex situ*

- Idealmente los fundadores se establecen directamente en la población de destino
- Cuando el número es escaso:
 - Propagación *ex situ*
 - Énfasis en el aumento de la población para evitar la pérdida de diversidad genética
 - Tamaño efectivo necesario (N_e): $475/L$
 - L : Tiempo de generación (tiempo medio en adquirir la madurez)
 - Especie anual: $N_e=475$

Número efectivo

¿Cuáles?

- Maximizar el nº de genotipos fundadores
- Población Mínima Viable genética o el mayor número de individuos razonablemente posible
- Estructura de edades equilibrada
- Estructura espacial
- Propagación clonal: Mantener nº similares de propágulos para cada fundador





Maximizar N_e/N

¿Cuáles?

- Recursos limitados
- Objetivo: maximizar N_e utilizando un mínimo de individuos.
- Igualar los tamaños de las familias
- Igualar la estructura sexual
- Igualar el tamaño de la población a lo largo de las generaciones
- Maximizar el tiempo de generación (L)



Número efectivo

¿Cuáles?

Plantas alógamas: minimizar endogamia

- Plantar los distintos genotipos de forma sistemática, no agrupar los clones.
- Marco de plantación a alta densidad para promover la fertilización cruzada.

¿Cuáles?

Población *ex situ*

- Precaución con material criado/cultivado en condiciones *ex situ* durante varias generaciones:
- Deterioro por:
 - Pérdida de diversidad genética
 - Depresión endogámica
 - Acumulación de mutaciones deletéreas
 - Adaptación genética a la cautividad

¿Cuáles?

Población *ex situ*

- Vida en condiciones *ex situ* durante varias generaciones:
 - Desaparecen / cambian presiones selectivas por:
 - Depredadores
 - Parásitos
 - Enfermedades
 - Competencia
- Pérdida de fitness al devolverlos a la naturaleza

¿Cuáles?

Población *ex situ*

- Factores:
 - N^o generaciones en cautividad
 - Tiempo de generación
 - Diferencial de selección
 - Tamaños poblacionales elevados
- Alternativas:
 - Crioconservación

¿Cuáles?

Selección de individuos

- Saludables
- Alto potencial reproductivo
- Bajos coeficientes de endogamia
- Aportan diversidad genética a la población



¿Cuáles?

- *Narcissus cavanillesii*:
 - Población fuente: Montes Juntos
 - Todos
- *Cypripedium calceolus*
 - Selección del material de origen

¿Cuáles?

Cypripedium calceolus

- Criterios
 - Demográficos
 - Ecológicos
 - Geográficos
 - Genéticos



¿Cuáles?

Cypripedium calceolus

- Distribución actual

- Sallent (Sallent) 2353 individuos
- Pineta (Bielsa) 577 individuos
- Faja Tormosa (Bielsa) 183 individuos
- Ordesa (Torla) 8 individuos

¿Cuáles?

Cypripedium calceolus

Criterio demográfico

| Población-núcleo | Tamaño (2001) |
|------------------|---------------|
| Sallent 1a | 1968 |
| Sallent 1b | 158 |
| Sallent 1c | 72 |
| Sallent 1d | 155 |
| Ordesa 2a | 6 |
| Ordesa 2b | 2 |
| Pineta 3a | 413 |
| Pineta 3b | 154 |
| Pineta 3c | 7 |
| Pineta 3d | 3 |

¿Cuáles?

Cypripedium calceolus

Criterio demográfico

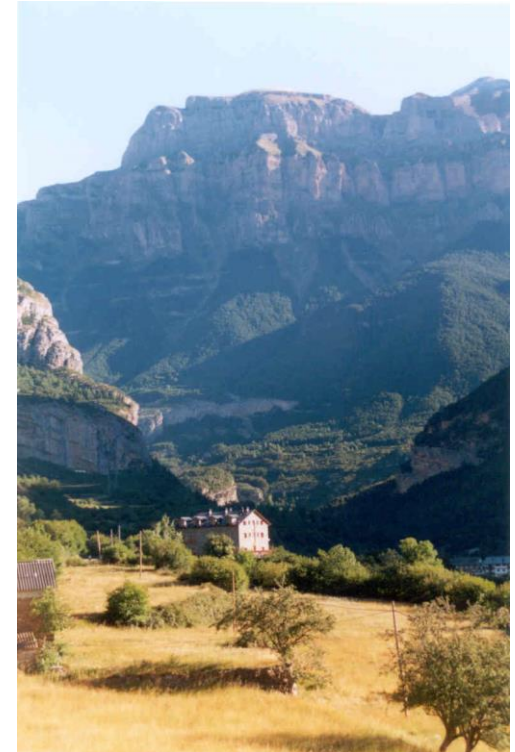
Población-núcleo Tamaño (2001)

| | |
|------------|------|
| Sallent 1a | 1968 |
| Sallent 1b | 158 |
| Sallent 1c | 72 |
| Sallent 1d | 155 |
| Ordesa 2a | 6 |
| Ordesa 2b | 2 |
| Pineta 3a | 413 |
| Pineta 3b | 154 |
| Pineta 3c | 7 |
| Pineta 3d | 3 |

¿Cuáles?

Criterio ecológico

- Sallent de Gállego
 - Sustrato calizo
 - Suelos coluviales desarrollados
 - Laderas de fuerte pendiente
 - Orientación Norte
 - Hayedo - pastizal
 - Altitud 1460-1625 m



Criterio ecológico

○ Pineta

- Depósitos aluviales de fondo de valle
- Capa freática superficial
- Bosque mixto de ribera, fondo de barranco y piso altimontano
- Altitud 1200-1250 m





Criterio ecológico

¿Cuáles?

- Valle de Ordesa
 - Más parecido a Sallent de Gállego
 - Hayedo, caliza, pendiente



Criterio geográfico

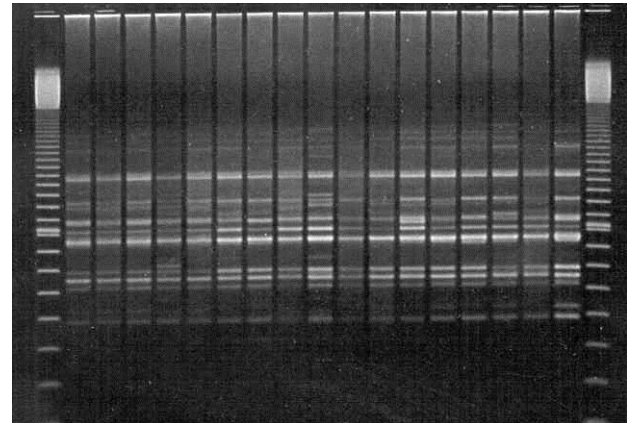
¿Cuáles?

- Línea recta
 - Ordesa - Pineta: 12 km
 - Ordesa - Sallent: 27 km
- Por carretera
 - Ordesa - Pineta: 72 km
 - Ordesa - Sallent: 43 km

Criterio genético

¿Cuáles?

- Marcadores moleculares basados en la reacción en cadena de la polimerasa (PCR)
- ISSR (Inter Simple Sequence Repeat)
 - Sallent (50)
 - Pineta (50)
 - Ordesa (5)
 - Faja Tormosa (50)





Criterio genético

¿Cuáles?

- 28 bandas polimórficas
- Porcentaje de bandas polimórficas
 - 51% Pineta
 - 38% Sallent
 - 28% Ordesa
 - 16% Faja Tormosa



Criterio genético

¿Cuáles?

- Análisis Molecular de Varianza (AMOVA)
 - 78,5% dentro de poblaciones
 - 21,5% entre poblaciones

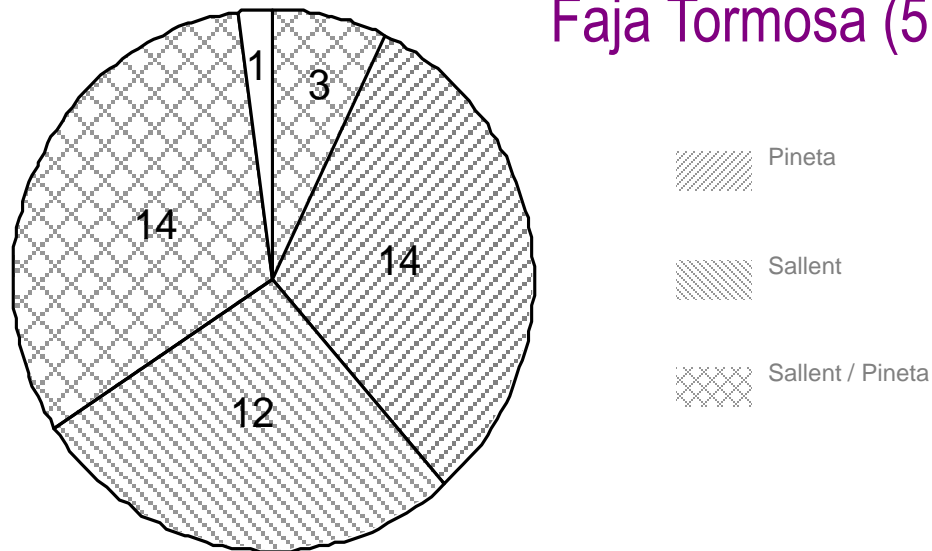
Sallent
Ordesa
Pineta

Coeficiente de Nei

Restitución genética de poblaciones. Universidad Rey Juan Carlos

Criterio genético

¿Cuáles?





Criterio genético

¿Cuáles?

- Escasa diversidad genética en las poblaciones del PNOMP
- Baja diferenciación genética entre poblaciones
- Tanto Sallent como Pineta son opciones válidas

Restoration gene pool concept

(Jones, 2003; Jones & Monaco, 2007)

| Gene Pool | Ecosistema | Lugar | Taxón | Ident. Genet. | Adapt. Ecol. | Var. Genet. |
|-------------|------------|-------------------------|---------|---------------|--------------|-------------|
| 1A | Igual | Igual | Igual | Muy alta | Alta | Baja |
| 1B | Igual | Múltiple similar | Igual | Muy alta | Alta | Moderada |
| 1C | Igual | Diferente | Igual | Alta | Alta | Baja |
| 2A | Diferente | Diferente | Igual | Baja | Moderada | Baja |
| 2B | Diferente | Diferente (varios orig) | Igual | Moderada | Moderada | Alta |
| 3 (híbrido) | Diferente | Diferente | Cercano | Muy baja | ? | Alta |
| 4A (nativo) | Diferente | Diferente | Lejano | Diferente | Muy alta | Variable |
| 4B (introd) | Diferente | Diferente | Lejano | Diferente | Muy alta | Variable |